

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

#3
2100001
P. Talley

JCS78 U.S. PTO
09/973780



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2000年10月18日

出願番号

Application Number:

特願2000-317587

出願人

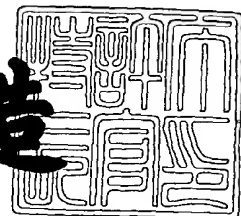
Applicant(s):

レーザーテック株式会社

2001年 8月17日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3072707

【書類名】 特許願

【整理番号】 PJ017130

【提出日】 平成12年10月18日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 G03F 1/00

【発明の名称】 撮像装置及びフォトマスクの欠陥検査装置

【請求項の数】 13

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区綱島東4丁目10番4号 レーザ
ーテック株式会社内

【氏名】 米澤 良

【特許出願人】

【識別番号】 000115902

【氏名又は名称】 レーザーテック株式会社

【代理人】

【識別番号】 100072051

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉村 興作

【選任した代理人】

【識別番号】 100059258

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉村 暁秀

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 074997

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

特 2 0 0 0 - 3 1 7 5 8 7

【包括委任状番号】 9705053

【書類名】 明細書

【発明の名称】 撮像装置及びフォトマスクの欠陥検査装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 撮像すべき試料を第 1 の方向に移動させる試料ステージと、

試料に照明光を投射する照明光源と、

照明光源と試料との間に配置され、前記第 1 の方向に沿って所定のピッチで形成され第 1 の方向と直交する第 2 の方向に延在する複数のスリットを有する第 1 の空間フィルタと、

試料からの反射光又は透過光を受光する画像検出器であって、前記第 1 及び第 2 の方向に沿って 2 次元アレイ状に配列された複数の受光素子を有し、第 2 の方向に配列された 1 ラインの受光素子にそれぞれ蓄積された電荷を所定の転送速度で 1 ライン毎に順次転送し、受光素子に蓄積された電荷を順次出力する画像検出器と、

試料ステージと画像検出器との間に配置され、第 1 の方向に沿って所定のピッチで形成され第 2 の方向に延在する複数のスリットを有する第 2 の空間フィルタと、

前記試料ステージと第 2 の空間フィルタとの間に配置され、試料からの透過光又は反射光を前記第 2 の空間フィルタのスリットを経て画像検出器上に結像する対物レンズと、

前記画像検出器の電荷転送速度及び試料ステージの移動速度を制御する駆動制御回路とを具え、

前記第 1 及び第 2 の空間フィルタを、第 1 の空間フィルタの各スリットから出射した光が試料及び第 2 の空間フィルタのスリットを経て画像検出器にそれぞれ入射するように配置し、

前記試料ステージの移動速度と前記画像検出器の電荷転送速度とを、前記試料の、第 1 の空間フィルタの i 番目のスリットを通過した照明光が入射する位置から隣接する $i + 1$ 番目のスリットを通過した照明光が入射する位置まで移動する時間と、前記画像検出器の、前記第 2 の空間フィルタの i 番目のスリットを通過した光が入射する受光素子列に蓄積された電荷が隣接する $i + 1$ 番目のスリット

を通過した照明光が入射する受光素子列に転送されるまでの時間とが互いに等しくなるように設定したことを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の撮像装置において、さらに前記試料ステージの第 1 の方向の位置を検出する位置検出装置を具え、前記駆動制御回路において、前記位置検出装置からのステージ位置信号に基づいて前記画像検出器の電荷転送速度を調整するように構成したことを特徴とする撮像装置。

【請求項 3】 撮像すべき試料を第 1 の方向に移動させる試料ステージと、
試料の透過像を撮像するための照明光を投射する第 1 の光源と、
試料の反射像を撮像するための照明光を投射する第 2 の光源と、
前記第 1 の光源と試料ステージとの間に配置され、前記第 1 の方向に沿って所定のピッチで形成され第 1 の方向と直交する第 2 の方向に延在する複数のスリットを有する第 1 の空間フィルタと、

前記第 2 の光源と試料ステージとの間に配置され、前記第 1 の方向に沿って所定のピッチで形成され第 1 の方向と直交する第 2 の方向に延在する複数のスリットを有する第 2 の空間フィルタと、

前記第 1 の光源から発生し試料を透過した光を受光する画像検出器であって、前記第 1 及び第 2 の方向に沿って 2 次元アレイ状に配列された複数の受光素子を有し、第 2 の方向に沿って配列された各ラインの受光素子に蓄積された電荷を所定の転送速度で 1 ライン毎に順次転送し、各受光素子に蓄積された電荷を順次出力する第 1 の画像検出器と、

前記第 2 の光源から発生し試料で反射した光を受光する画像検出器であって、前記第 1 及び第 2 の方向に沿って 2 次元アレイ状に配列された複数の受光素子を有し、第 2 の方向に沿って配列された各ラインの受光素子に蓄積された電荷を所定の転送速度で 1 ライン毎に順次転送し、各受光素子に蓄積された電荷を順次出力する第 2 の画像検出器と、

前記試料ステージと第 1 の画像検出器との間に配置され、第 1 の方向に所定のピッチで形成され第 2 の方向に延在する複数のスリットを有する第 3 及びの空間フィルタと、

前記試料ステージと第 2 の画像検出器との間に配置され、第 1 の方向に所定の

ピッチで形成され第 2 の方向に延在する複数のスリットを有する第 4 の空間フィルタと、

前記試料と第 3 及び第 4 の空間フィルタとの間に配置され、試料からの透過光及び反射光をそれぞれ前記第 3 及び第 4 の空間フィルタのスリットを介して第 1 及び第 2 の画像検出器上にそれぞれ結像する対物レンズと、

前記第 1 及び第 2 の画像検出器の電荷転送速度及び試料ステージの移動速度を制御する駆動制御回路とを具え、

前記第 1 の空間フィルタと第 3 の空間フィルタを、第 1 の空間フィルタの各スリットから出射した照明光が試料、対物レンズ及び第 3 の空間フィルタの各スリットを経て画像検出器にそれぞれ入射するように配置し、

前記第 2 の空間フィルタと第 4 の空間フィルタを、第 2 の空間フィルタの各スリットから出射した照明光が試料、対物レンズ及び第 4 の空間フィルタの各スリットを経て画像検出器にそれぞれ入射するように配置し、

前記試料台の移動速度と前記第 1 及び第 2 の画像検出器の電荷転送速度とを、前記試料の、第 1 及び第 2 の空間フィルタの i 番目のスリットを通過した照明光が入射する位置から隣接する $i + 1$ 番目のスリットを通過した照明光が入射する位置まで移動する時間と、前記画像検出器の、前記第 3 及び第 4 の空間フィルタの i 番目のスリットを通過した光が入射する受光素子列に蓄積された電荷が隣接する $i + 1$ 番目のスリットを通過した照明光が入射する受光素子列に転送されるまでの時間とが互いに等しくなるように設定したことを特徴とする撮像装置。

【請求項 4】 前記第 1 及び第 2 の光源が互いに等しい波長の照明光を発生し、前記第 3 及び第 4 の空間フィルタを、前記試料からの透過光が第 4 の空間フィルタのスリット間の遮光部分に入射し、試料からの反射光が第 3 の空間フィルタのスリット間の遮光部分に入射するように配置したことを特徴とする請求項 2 に記載の撮像装置。

【請求項 5】 前記第 1 の光源から発生する照明光の波長と第 2 の光源から発生する照明光の波長とが互いに相違させ、前記試料と第 3 及び第 4 の空間フィルタとの間に試料からの透過光と反射光とを分離する分離素子を配置したことを特徴とする請求項 2 に記載の撮像装置。

【請求項 6】 試料を第 1 の方向に移動させる試料ステージと、
光ビームを発生する光源と、

この光ビームから前記第 1 の方向と対応する方向に沿って所定の間隔で n 本のサブビームを発生させる回折格子と、

前記サブビームを所定の周波数で第 1 の方向と直交する第 2 の方向に周期的に偏向するビーム偏向装置と、

試料からの透過光又は反射光を受光する画像検出器であって、前記第 1 及び第 2 の方向に沿って 2 次元アレイ状に配列された複数の受光素子を有し、第 2 の方向に配列された各ラインの受光素子に蓄積された電荷を所定のライン転送速度で 1 ライン毎に順次転送し、受光素子に蓄積された電荷を順次出力する画像検出器と、

試料ステージと画像検出器との間に配置され、第 1 の方向に沿って所定のピッチで形成され第 2 の方向に延在する複数のスリットを有する空間フィルタと、

前記試料からの反射光又は透過光を、前記空間フィルタの各スリットを経て画像検出器上に結像させる対物レンズと、

前記画像検出器及びビーム偏向装置の駆動を制御する駆動制御回路とを具え、

前記試料表面を走査する複数のサブビームによる反射光又は透過光が前記空間フィルタの各スリットを経て画像検出器に入射するように構成し、

前記試料ステージの移動速度と前記画像検出器の電荷転送速度とを、前記試料の、 i 番目のサブビームが入射する位置から隣接する $i + 1$ 番目のサブビームが入射する位置まで移動する時間と、前記画像検出器の、空間フィルタの i 番目のスリットを通過した光が入射する受光素子列に蓄積された電荷が隣接する $i + 1$ 番目のスリットを通過した照明光が入射する受光素子列に転送されるまでの時間とが互いに等しくなるように設定したことを特徴とする撮像装置。

【請求項 7】 撮像すべき試料を第 1 の方向に移動させる試料ステージと、
透過像撮像用の照明光を投射する照明光源と、

照明光源と試料との間に配置され、前記第 1 の方向に沿って所定のピッチで形成され第 1 の方向と直交する第 2 の方向に延在する複数のスリットを有する第 1 の空間フィルタと、

試料からの透過光を受光する画像検出器であって、前記第 1 及び第 2 の方向に沿って 2 次元アレイ状に配列された複数の受光素子を有し、第 2 の方向に配列された 1 ラインの受光素子にそれぞれ蓄積された電荷を所定の転送速度で 1 ライン毎に順次転送し、各受光素子に蓄積された電荷を順次出力する第 1 の画像検出器と、

試料と第 1 の画像検出器との間に配置され、第 1 の方向に沿って所定のピッチで形成され第 2 の方向に延在する複数のスリットを有する第 2 の空間フィルタと、

反射像撮像用の光ビームを発生する光源と、

この光ビームから n 本のサブビームを発生させる回折格子と、

前記サブビームを所定の周波数で第 1 の方向と直交する第 2 の方向に偏向するビーム偏向装置と、

試料からの反射光を受光する第 2 の画像検出器であって、前記第 1 及び第 2 の方向に沿って 2 次元アレイ状に配列された複数の受光素子を有し、第 2 の方向に配列された各ラインの受光素子に蓄積された電荷を所定のライン転送速度で 1 ライン毎に順次転送し、受光素子に蓄積された電荷を順次出力する第 2 の画像検出器と、

前記試料ステージと第 2 の画像検出器との間に配置され、第 1 の方向に沿って所定のピッチで検出され第 2 の方向に延在する複数のスリットを有する第 3 の空間フィルタと、

試料からの透過光及び反射光をそれぞれ第 3 及び第 4 の空間フィルタの各スリットを経て前記画像検出器上にそれぞれ結像する対物レンズと、

前記第 1 及び第 2 の画像検出器並びに前記ビーム偏向装置の駆動を制御する駆動制御回路とを具え、

前記第 1 及び第 2 の空間フィルタを、第 1 の空間フィルタの各スリットから出射した光が試料、対物レンズ及び第 2 の空間フィルタの各スリットを経て前記画像検出器にそれぞれ入射するように配置し、

前記第 3 の空間フィルタを、前記試料からの反射光が対物レンズ及び当該第 3 の空間フィルタの各スリットを経て画像検出器にそれぞれ入射するように配置し

前記試料ステージの移動速度と前記画像検出器の電荷転送速度とを、前記試料の、 i 番目のサブビームが入射する位置から隣接する $i + 1$ 番目のサブビームが入射する位置まで移動する時間と、前記画像検出器の、空間フィルタの i 番目のスリットを通過した光が入射する受光素子列に蓄積された電荷が隣接する $i + 1$ 番目のスリットを通過した照明光が入射する受光素子列に転送されるまでの時間とが互いに等しくなるように設定したことを特徴とする撮像装置。

【請求項 8】 撮像すべき試料を第 1 の方向に移動させる試料ステージと、
透過像撮像用の照明光を投射する照明光源と、

照明光源と試料との間に配置され、前記第 1 の方向に沿って所定のピッチで形成され第 1 の方向と直交する第 2 の方向に延在する複数のスリットを有する第 1 の空間フィルタと、

試料からの透過光を受光する画像検出器であって、前記第 1 及び第 2 の方向に沿って 2 次元アレイ状に配列された複数の受光素子を有し、第 2 の方向に配列された 1 ラインの受光素子にそれぞれ蓄積された電荷を所定の転送速度で 1 ライン毎に順次転送し、各受光素子に蓄積された電荷を順次出力する画像検出器と、

試料と第 1 の画像検出器との間に配置され、第 1 の方向に沿って所定のピッチで形成され第 2 の方向に延在する複数のスリットを有する第 2 の空間フィルタと

、
反射像撮像用の光ビームを発生する光源と、

前記光ビームを所定の周波数で第 1 の方向と直交する第 2 の方向に偏向するビーム偏向装置と、

前記試料からの反射光を受光するリニアイメージセンサであって、前記第 2 の方向に沿ってライン状に配置された複数の受光素子を有し、各受光素子に蓄積された電荷を前記画像検出器と同期して読み出すリニアイメージセンサと、

試料からの透過光及び反射光を前記画像検出器及びリニアイメージセンサ上にそれぞれ結像する対物レンズと、

前記第 1 及び第 2 の画像検出器並びに前記ビーム偏向装置の駆動を制御する駆動制御回路とを具え、

前記第 1 及び第 2 の空間フィルタを、第 1 の空間フィルタの各スリットから出射した光が試料、対物レンズ及び第 2 の空間フィルタの各スリットを経て前記画像検出器にそれぞれ入射するように配置し、

前記試料ステージの移動速度と前記画像検出器の電荷転送速度とを、前記試料の、 i 番目のサブビームが入射する位置から隣接する $i + 1$ 番目のサブビームが入射する位置まで移動する時間と、前記画像検出器の、空間フィルタの i 番目のスリットを通過した光が入射する受光素子列に蓄積された電荷が隣接する $i + 1$ 番目のスリットを通過した照明光が入射する受光素子列に転送されるまでの時間とが互いに等しくなるように設定したことを特徴とする撮像装置。

【請求項 9】 前記ビーム偏向装置を音響光学素子で構成し、この音響光学素子のビーム偏向周波数を前記画像検出器の電荷転送速度の整数倍（等倍を含む）に設定したことを特徴とする請求項 6 から 8 までのいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 10】 前記画像検出器の各受光素子が、光の入射に応じて発生した電荷を蓄積する電荷蓄積能力を有することを特徴とする請求項 1 から 9 までのいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 11】 欠陥検査すべきフォトマスクを第 1 の方向に移動させるステージと、

フォトマスクに照明光を投射する照明光源と、

照明光源とステージとの間に配置され、前記第 1 の方向に沿って所定のピッチで形成され第 1 の方向と直交する第 2 の方向に延在する複数のスリットを有する第 1 の空間フィルタと、

フォトマスクからの透過光を受光する画像検出器であって、前記第 1 及び第 2 の方向に沿って 2 次元アレイ状に配列された複数の受光素子を有し、第 2 の方向に配列された 1 ラインの受光素子にそれぞれ蓄積された電荷を所定の転送速度で 1 ライン毎に順次転送し、受光素子に蓄積された電荷を順次出力する画像検出器と、

前記ステージと画像検出器との間に配置され、第 1 の方向に沿って所定のピッチで形成され第 2 の方向に延在する複数のスリットを有する第 2 の空間フィルタ

と、

反射像撮像用の光ビームを発生する光源と、

この光ビームから前記第 1 の方向と対応する方向に沿って等間隔で n 本のサブビームを発生させる回折格子と、

前記サブビームを所定の周波数で第 1 の方向と直交する第 2 の方向に周期的に偏向するビーム偏向装置と、

フォトマスクからの反射光を受光する第 2 の画像検出器であって、前記第 1 及び第 2 の方向に沿って 2 次元アレイ状に配列された複数の受光素子を有し、第 2 の方向に配列された各ラインの受光素子に蓄積された電荷を所定のライン転送速度で 1 ライン毎に順次転送し、受光素子に蓄積された電荷を順次出力する画像検出器と、

前記ステージと画像検出器との間に配置され、第 2 の方向に延在する複数のスリットを有する第 3 の空間フィルタと、

試料からの透過光及び反射光を前記第 2 及び第 3 の空間フィルタのスリットを経て画像検出器上にそれぞれ結像する対物レンズと、

前記第 1 及び第 2 の画像検出器並びに前記ビーム偏向装置の駆動を制御する駆動制御回路と、

前記第 1 及び第 2 の画像検出器からの出力信号に基づいてフォトマスクの欠陥検出を行う欠陥検出回路とを具え、

前記第 1 及び第 2 の空間フィルタを、第 1 の空間フィルタの各スリットから出射した光がフォトマスクを経て第 2 の空間フィルタのスリットにそれぞれ入射するように配置し、

前記第 3 の空間フィルタを、前記フォトマスクの表面を走査する複数のサブビームによる反射光が当該第 3 の空間フィルタの各スリットにそれぞれ入射するように配置し、

前記第 1 及び第 2 の画像検出器の電荷転送速度及び前記ステージの移動速度を、前記試料の、 i 番目のサブビームが入射する位置から隣接する $i + 1$ 番目のサブビームが入射する位置まで移動する時間と、前記画像検出器の、空間フィルタの i 番目のスリットを通過した光が入射する受光素子列に蓄積された電荷が隣接

する $i + 1$ 番目のスリットを通過した照明光が入射する受光素子列に転送されるまでの時間とが互いに等しくなるように設定したことを特徴とするフォトマスクの欠陥検出装置。

【請求項 1 2】 欠陥検査すべきフォトマスクを第 1 の方向に移動させるステージと、フォトマスクの像を撮像する第 1 及び第 2 の撮像装置と、これら第 1 及び第 2 の撮像装置からの出力信号に基づいてフォトマスクに存在する欠陥を検出する欠陥検出回路とを具え、

前記第 1 及び第 2 の撮像装置が、それぞれ、

フォトマスクに照明光を投射する照明光源と、

照明光源とステージとの間に配置され、前記第 1 の方向に沿って所定のピッチで形成され第 1 の方向と直交する第 2 の方向に延在する複数のスリットを有する第 1 の空間フィルタと、

フォトマスクからの透過光を受光する画像検出器であって、前記第 1 及び第 2 の方向に沿って 2 次元アレイ状に配列された複数の受光素子を有し、第 2 の方向に配列された 1 ラインの受光素子にそれぞれ蓄積された電荷を所定の転送速度で 1 ライン毎に順次転送し、受光素子に蓄積された電荷を順次出力する画像検出器と、

前記ステージと画像検出器との間に配置され、第 1 の方向に沿って所定のピッチで形成され第 2 の方向に延在する複数のスリットを有する第 2 の空間フィルタと、

反射像撮像用の光ビームを発生する光源と、

この光ビームから前記第 1 の方向と対応する方向に沿って等間隔で n 本のサブビームを発生させる回折格子と、

前記サブビームを所定の周波数で第 1 の方向と直交する第 2 の方向に周期的に偏向するビーム偏向装置と、

フォトマスクからの反射光を受光する第 2 の画像検出器であって、前記第 1 及び第 2 の方向に沿って 2 次元アレイ状に配列された複数の受光素子を有し、第 2 の方向に配列された各ラインの受光素子に蓄積された電荷を所定のライン転送速度で 1 ライン毎に順次転送し、受光素子に蓄積された電荷を順次出力する画像検

出器と、

前記ステージと画像検出器との間に配置され、第2の方向に延在する複数のスリットを有する第3の空間フィルタと、

試料からの透過光及び反射光を前記第2及び第3の空間フィルタのスリットを経て画像検出器上にそれぞれ結像する対物レンズと、

前記第1及び第2の画像検出器並びに前記ビーム偏向装置の駆動を制御する駆動制御回路とを具え、

前記第1及び第2の空間フィルタを、第1の空間フィルタの各スリットから出射した光がフォトマスクを経て第2の空間フィルタのスリットにそれぞれ入射するように配置し、

前記第3の空間フィルタを、前記フォトマスクの表面を走査する複数のサブビームによる反射光が当該第3の空間フィルタの各スリットにそれぞれ入射するように配置し、

前記第1及び第2の画像検出器の電荷転送速度及び前記ステージの移動速度を、前記試料の、 i 番目のサブビームが入射する位置から隣接する $i + 1$ 番目のサブビームが入射する位置まで移動する時間と、前記画像検出器の、空間フィルタの i 番目のスリットを通過した光が入射する受光素子列に蓄積された電荷が隣接する $i + 1$ 番目のスリットを通過した照明光が入射する受光素子列に転送されるまでの時間とが互いに等しくなるように設定したことを特徴とするフォトマスクの欠陥検出装置。

【請求項13】 前記欠陥検出回路が、第1の撮像装置の第1及び第2の画像検出器からの出力信号と第2の撮像装置の第1及び第2の画像検出器からの出力信号とを比較する比較回路を具え、この比較回路の結果に基づいて欠陥を検出することを特徴とする請求項12に記載のフォトマスクの欠陥検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は、コンフォーカル光学系を利用した高解像度及び高いS/N比を有する撮像装置に関するものである。

さらに、本発明は、このような撮像装置を有するフォトマスクの欠陥検査装置に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

半導体デバイスの製造工程においては、種々のパターンが形成されている多数のフォトマスクが用いられ、半導体ウェハへのパターン転写及びエッチング工程が繰り返されて所望のデバイスが製造されている。一方、パターン転写の原版となるフォトマスクに異物等による欠陥が存在した場合、半導体ウェハ上に正確なパターンが投影されず、不良品が発生してしまう。このため、フォトマスクの欠陥を検出する欠陥検査装置の改良が強く要請されている。

【 0 0 0 3 】

従来、フォトマスクの欠陥検査装置においては、検査すべきフォトマスクを照明用の光ビームで高速走査し、フォトマスクからの透過光又は反射光を 1 次元イメージセンサで受光し、イメージセンサからの出力信号をデータベースに記憶されているデータと比較したり出力信号同士を比較して、異物の存在及び遮光パターンの欠陥が検出されている。

【 0 0 0 4 】

別の欠陥検査装置として、フォトマスクからの透過光又は反射光を 2 次元 CCD カメラで受光し、CCD カメラの各受光素子からの出力信号をデータベースに記憶されているデータと比較したり出力信号同士を比較して欠陥を検出する方法が既知である。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

L S I の高集積化及び高密度化に伴い、フォトマスクのパターンも微細化しており、フォトマスクの欠陥検査装置の分解能を一層高くすると共に高 S / N 比の欠陥検出信号を得ることが強く要請されている。上述したフォトマスクからの光を 1 次元イメージセンサで受光する方法は、コンフォーカリティが維持されるため、比較的高い分解能が得られる利点がある。しかしながら、イメージセンサの受光素子に蓄積される電荷は照明光の照明時間すなわち電荷の蓄積時間に比例す

るため、光ビームを用いて高速走査する方法ではフォトマスクからの光がイメージセンサに入射する時間が短いため、受光素子に蓄積される電荷量が少なくなり、欠陥検査信号のS/N比の点において限界があった。

【0006】

一方、フォトマスクからの光を2次元CCDカメラで受光する方法では、照明時間を比較的長くすることができるため、S/N比の点について良好な特性が得られるている。しかしながら、フォトマスクの反射像又は透過像を2次元CCDカメラで撮像する場合、フレアやグレア等の迷光が各受光素子に入射してしまい、解像度に限界があり、微細パターンの欠陥検査には限界があった。

【0007】

さらに、微細パターンの欠陥を光学的に検査するためには、用いる照明光として短波長の光すなわち紫外光を用いることが望ましい。しかし、紫外光は光学素子による吸収が大きく且つフォトダイオードの感度も低いため、従来の欠陥検査装置では十分な検出感度を得られにくい不都合が指摘されている。さらに、欠陥の種類として、異物付着による欠陥及びクロムの遮光パターンが正確に形成されないことに起因するパターン欠陥とがあり、これらの欠陥の種類が判別できれば、欠陥検査装置の用途を一層拡大することができる。

【0008】

従って、本発明の目的は、従来の欠陥検査装置よりも一層解像度で試料像を撮像できると共に高いS/N比の出力信号を得ることができる撮像装置及びフォトマスクの欠陥検査装置を提供することにある。

【0009】

さらに、本発明の別の目的は、透過光検査及び反射光検査の両方を同時に行うことができ、検出された欠陥の性質及び内容も判別できる欠陥検査装置を実現することにある。

【0010】

【課題を解決する手段】

本発明による撮像装置は、撮像すべき試料を第1の方向に移動させる試料ステージと、

試料に照明光を投射する照明光源と、

照明光源と試料との間に配置され、前記第 1 の方向に沿って所定のピッチで形成され第 1 の方向と直交する第 2 の方向に延在する複数のスリットを有する第 1 の空間フィルタと、

試料からの反射光又は透過光を受光する画像検出器であって、前記第 1 及び第 2 の方向に沿って 2 次元アレイ状に配列された複数の受光素子を有し、第 2 の方向に配列された 1 ラインの受光素子にそれぞれ蓄積された電荷を所定の転送速度で 1 ライン毎に順次転送し、受光素子に蓄積された電荷を順次出力する画像検出器と、

試料ステージと画像検出器との間に配置され、第 1 の方向に沿って所定のピッチで形成され第 2 の方向に延在する複数のスリットを有する第 2 の空間フィルタと、

前記試料ステージと第 2 の空間フィルタとの間に配置され、試料からの透過光又は反射光を前記第 2 の空間フィルタのスリットを経て画像検出器上に結像する対物レンズと、

前記画像検出器の電荷転送速度及び試料ステージの移動速度を制御する駆動制御回路とを具え、

前記第 1 及び第 2 の空間フィルタを、第 1 の空間フィルタの各スリットから出射した光が試料及び第 2 の空間フィルタのスリットを経て画像検出器にそれぞれ入射するように配置し、

前記試料ステージの移動速度と前記画像検出器の電荷転送速度とを、前記試料の、第 1 の空間フィルタの i 番目のスリットを通過した照明光が入射する位置から隣接する $i + 1$ 番目のスリットを通過した照明光が入射する位置まで移動する時間と、前記画像検出器の、前記第 2 の空間フィルタの i 番目のスリットを通過した光が入射する受光素子列に蓄積された電荷が隣接する $i + 1$ 番目のスリットを通過した照明光が入射する受光素子列に転送されるまでの時間とが互いに等しくなるように設定したことを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

本発明においては、照明光を試料の移動方向と直交する方向に延在する複数の

スリットを有する空間フィルタを介してライン照明光としてを投射すると共に、試料からの透過光又は反射光を同様に試料の移動方向と直交する方向に延在する複数のスリットを有する空間フィルタを介して画像検出器において受光しているので、ラインコンフォーカル光学系が構成され、この結果フレアやグレア等の迷光が大幅に低減され高い解像度を有する画像を撮像することができる。

【 0 0 1 2 】

さらに、試料の移動速度と画像検出器のライン転送速度とが互いに対応するように構成しているので、すなわち、試料ステージの移動速度と前記画像検出器の電荷転送速度とを、前記試料の、第 1 の空間フィルタの i 番目のスリットを通過した照明光が入射する位置から隣接する $i + 1$ 番目のスリットを通過した照明光が入射する位置まで移動する時間と、前記画像検出器の、前記第 2 の空間フィルタの i 番目のスリットを通過した光が入射する受光素子列に蓄積された電荷が隣接する $i + 1$ 番目のスリットを通過した照明光が入射する受光素子列に転送されるまでの時間とが互いに等しくなるように設定しているので、試料の同一の部位が複数回照明されると共に複数回の照明によりそれぞれ発生した電荷が蓄積されるので、ノイズが大幅に低減され S/N 比を大幅に改善することができる。この結果、分解能及び S/N 比の両方を同時に改良することができ、このような高分解能及び高い S/N 比を有する撮像装置をフォトマスクの欠陥検出装置の撮像光学系として用いることにより、一層高精度な欠陥検出装置を実現することができる。

【 0 0 1 3 】

この撮像装置の実施例は、試料ステージの第 1 の方向の位置を検出する位置検出装置を具え、前記駆動制御回路において、前記位置検出装置からのステージ位置信号に基づいて前記画像検出器の電荷転送速度を調整するように構成したことを特徴とする。本発明においては、画像検出器の 1 ライン毎の電荷転送速度と試料ステージの移動速度は厳格に制御する必要があり、これら電荷転送速度とステージの移動速度との間の対応関係が維持されなくなると、画像に歪みが生じてしまう。そこで、本例では、ステージの位置を検出し、この位置信号も基づいて画像検出器の電荷転送速度を調整する。このような構成を採用することにより、ス

ページの移動速度が基準値からシフトしても画像検出器とステージとの間の対応関係が維持され、常時鮮明な画像を撮像することができ、従って欠陥検出の精度も維持することができる。

【 0 0 1 4 】

さらに、本発明による撮像装置は、撮像すべき試料を第 1 の方向に移動させる試料ステージと、

試料の透過像を撮像するための照明光を投射する第 1 の光源と、

試料の反射像を撮像するための照明光を投射する第 2 の光源と、

前記第 1 の光源と試料ステージとの間に配置され、前記第 1 の方向に沿って所定のピッチで形成され第 1 の方向と直交する第 2 の方向に延在する複数のスリットを有する第 1 の空間フィルタと、

前記第 2 の光源と試料ステージとの間に配置され、前記第 1 の方向に沿って所定のピッチで形成され第 1 の方向と直交する第 2 の方向に延在する複数のスリットを有する第 2 の空間フィルタと、

前記第 1 の光源から発生し試料を透過した光を受光する画像検出器であって、前記第 1 及び第 2 の方向に沿って 2 次元アレイ状に配列された複数の受光素子を有し、第 2 の方向に沿って配列された各ラインの受光素子に蓄積された電荷を所定の転送速度で 1 ライン毎に順次転送し、各受光素子に蓄積された電荷を順次出力する第 1 の画像検出器と、

前記第 2 の光源から発生し試料で反射した光を受光する画像検出器であって、前記第 1 及び第 2 の方向に沿って 2 次元アレイ状に配列された複数の受光素子を有し、第 2 の方向に沿って配列された各ラインの受光素子に蓄積された電荷を所定の転送速度で 1 ライン毎に順次転送し、各受光素子に蓄積された電荷を順次出力する第 2 の画像検出器と、

前記試料ステージと第 1 の画像検出器との間に配置され、第 1 の方向に所定のピッチで形成され第 2 の方向に延在する複数のスリットを有する第 3 及びの空間フィルタと、

前記試料ステージと第 2 の画像検出器との間に配置され、第 1 の方向に所定のピッチで形成され第 2 の方向に延在する複数のスリットを有する第 4 の空間フイ

ルタと、

前記試料と第 3 及び第 4 の空間フィルタとの間に配置され、試料からの透過光及び反射光をそれぞれ前記第 3 及び第 4 の空間フィルタのスリットを介して第 1 及び第 2 の画像検出器上にそれぞれ結像する対物レンズと、

前記第 1 及び第 2 の画像検出器の電荷転送速度及び試料ステージの移動速度を制御する駆動制御回路とを具え、

前記第 1 の空間フィルタと第 3 の空間フィルタを、第 1 の空間フィルタの各スリットから出射した照明光が試料、対物レンズ及び第 3 の空間フィルタの各スリットを経て画像検出器にそれぞれ入射するように配置し、

前記第 2 の空間フィルタと第 4 の空間フィルタを、第 2 の空間フィルタの各スリットから出射した照明光が試料、対物レンズ及び第 4 の空間フィルタの各スリットを経て画像検出器にそれぞれ入射するように配置し、

前記試料台の移動速度と前記第 1 及び第 2 の画像検出器の電荷転送速度とを、前記試料の、第 1 及び第 2 の空間フィルタの i 番目のスリットを通過した照明光が入射する位置から隣接する $i + 1$ 番目のスリットを通過した照明光が入射する位置まで移動する時間と、前記画像検出器の、前記第 3 及び第 4 の空間フィルタの i 番目のスリットを通過した光が入射する受光素子列に蓄積された電荷が隣接する $i + 1$ 番目のスリットを通過した照明光が入射する受光素子列に転送されるまでの時間とが互いに等しくなるように設定したことを特徴とする。

【0015】

この撮像装置は、試料の反射像及び透過像の両方を同時に撮像することができる。この撮像装置において、透過照明光の波長と反射照明光の波長とを互いに相違させ、試料と各画像検出器との間にダイクロイックミラーを配置することにより、試料からの透過光と反射光とを容易に分離することができる。この撮像装置をフォトマスクの欠陥検査に利用する場合、第 1 及び第 2 の画像検査器からの出力信号を欠陥検出回路に供給し、2 個の画像検出器からの出力信号を加算し、その出力信号を比較回路により閾値と比較することに異物の存在を検出することができる。

【0016】

さらに、本発明による撮像装置は、試料を第 1 の方向に移動させる試料ステージと、

光ビームを発生する光源と、

この光ビームから前記第 1 の方向と対応する方向に沿って所定の間隔で n 本のサブビームを発生させる回折格子と、

前記サブビームを所定の周波数で第 1 の方向と直交する第 2 の方向に周期的に偏向するビーム偏向装置と、

試料からの透過光又は反射光を受光する画像検出器であって、前記第 1 及び第 2 の方向に沿って 2 次元アレイ状に配列された複数の受光素子を有し、第 2 の方向に配列された各ラインの受光素子に蓄積された電荷を所定のライン転送速度で 1 ライン毎に順次転送し、受光素子に蓄積された電荷を順次出力する画像検出器と、

試料ステージと画像検出器との間に配置され、第 1 の方向に沿って所定のピッチで形成され第 2 の方向に延在する複数のスリットを有する空間フィルタと、

前記試料からの反射光又は透過光を、前記空間フィルタの各スリットを経て画像検出器上に結像させる対物レンズと、

前記画像検出器及びビーム偏向装置の駆動を制御する駆動制御回路とを具え、

前記試料表面を走査する複数のサブビームによる反射光又は透過光が前記空間フィルタの各スリットを経て画像検出器に入射するように構成し、

前記試料ステージの移動速度と前記画像検出器の電荷転送速度とを、前記試料の、 i 番目のサブビームが入射する位置から隣接する $i + 1$ 番目のサブビームが入射する位置まで移動する時間と、前記画像検出器の、空間フィルタの i 番目のスリットを通過した光が入射する受光素子列に蓄積された電荷が隣接する $i + 1$ 番目のスリットを通過した照明光が入射する受光素子列に転送されるまでの時間とが互いに等しくなるように設定したことを特徴とする。

【0017】

このように、マルチビーム照明を利用することにより共焦点光学系が構成されると共に、試料が複数回照明されるので、高分解能及び高 S/N 比の試料像を撮像することができる。従って、この撮像装置をフォトマスク欠陥検出装置の撮像

光学系として用いることにより、フォトマスクの欠陥検出を一層高解像度で且つ高S/N比で行うことができる。

【0018】

さらに、本発明による撮像装置は、撮像すべき試料を第1の方向に移動させる試料ステージと、

透過像撮像用の照明光を投射する照明光源と、

照明光源と試料との間に配置され、前記第1の方向に沿って所定のピッチで形成され第1の方向と直交する第2の方向に延在する複数のスリットを有する第1の空間フィルタと、

試料からの透過光を受光する画像検出器であって、前記第1及び第2の方向に沿って2次元アレイ状に配列された複数の受光素子を有し、第2の方向に配列された1ラインの受光素子にそれぞれ蓄積された電荷を所定の転送速度で1ライン毎に順次転送し、各受光素子に蓄積された電荷を順次出力する第1の画像検出器と、

試料と第1の画像検出器との間に配置され、第1の方向に沿って所定のピッチで形成され第2の方向に延在する複数のスリットを有する第2の空間フィルタと、

反射像撮像用の光ビームを発生する光源と、

この光ビームからn本のサブビームを発生させる回折格子と、

前記サブビームを所定の周波数で第1の方向と直交する第2の方向に周期的に偏向するビーム偏向装置と、

試料からの反射光を受光する第2の画像検出器であって、前記第1及び第2の方向に沿って2次元アレイ状に配列された複数の受光素子を有し、第2の方向に配列された各ラインの受光素子に蓄積された電荷を所定のライン転送速度で1ライン毎に順次転送し、受光素子に蓄積された電荷を順次出力する第2の画像検出器と、

前記試料ステージと第2の画像検出器との間に配置され、第1の方向に沿って所定のピッチで検出され第2の方向に延在する複数のスリットを有する第3の空間フィルタと、

試料からの透過光及び反射光をそれぞれ第 3 及び第 4 の空間フィルタの各スリットを経て前記画像検出器上にそれぞれ結像する対物レンズと、

前記第 1 及び第 2 の画像検出器並びに前記ビーム偏向装置の駆動を制御する駆動制御回路とを具え、

前記第 1 及び第 2 の空間フィルタを、第 1 の空間フィルタの各スリットから出射した光が試料、対物レンズ及び第 2 の空間フィルタの各スリットを経て前記画像検出器にそれぞれ入射するように配置し、

前記第 3 の空間フィルタを、前記試料からの反射光が対物レンズ及び当該第 3 の空間フィルタの各スリットを経て画像検出器にそれぞれ入射するように配置し、

前記試料ステージの移動速度と前記画像検出器の電荷転送速度とを、前記試料の、 i 番目のサブビームが入射する位置から隣接する $i + 1$ 番目のサブビームが入射する位置まで移動する時間と、前記画像検出器の、空間フィルタの i 番目のスリットを通過した光が入射する受光素子列に蓄積された電荷が隣接する $i + 1$ 番目のスリットを通過した照明光が入射する受光素子列に転送されるまでの時間とが互いに等しくなるように設定したことを特徴とする。この実施例では、反射像撮像光学系及び透過像撮像光学系が共にコンフォーカル光学系で構成されることになり、高い分解能及び高 S/N 比の画像を撮像することができる。

【0019】

本発明によるフォトマスクの欠陥検出装置は、欠陥検査すべきフォトマスクを第 1 の方向に移動させるステージと、フォトマスクの像を撮像する第 1 及び第 2 の撮像装置と、これら第 1 及び第 2 の撮像装置からの出力信号に基づいてフォトマスクに存在する欠陥を検出する欠陥検出回路とを具え、

前記第 1 及び第 2 の撮像装置が、それぞれ、

フォトマスクに照明光を投射する照明光源と、

照明光源とステージとの間に配置され、前記第 1 の方向に沿って所定のピッチで形成され第 1 の方向と直交する第 2 の方向に延在する複数のスリットを有する第 1 の空間フィルタと、

フォトマスクからの透過光を受光する画像検出器であって、前記第 1 及び第 2

の方向に沿って 2 次元アレイ状に配列された複数の受光素子を有し、第 2 の方向に配列された 1 ラインの受光素子にそれぞれ蓄積された電荷を所定の転送速度で 1 ライン毎に順次転送し、受光素子に蓄積された電荷を順次出力する画像検出器と、

前記ステージと画像検出器との間に配置され、第 1 の方向に沿って所定のピッチで形成され第 2 の方向に延在する複数のスリットを有する第 2 の空間フィルタと、

反射像撮像用の光ビームを発生する光源と、

この光ビームから前記第 1 の方向と対応する方向に沿って等間隔で n 本のサブビームを発生させる回折格子と、

前記サブビームを所定の周波数で第 1 の方向と直交する第 2 の方向に周期的に偏向するビーム偏向装置と、

フォトマスクからの反射光を受光する第 2 の画像検出器であって、前記第 1 及び第 2 の方向に沿って 2 次元アレイ状に配列された複数の受光素子を有し、第 2 の方向に配列された各ラインの受光素子に蓄積された電荷を所定のライン転送速度で 1 ライン毎に順次転送し、受光素子に蓄積された電荷を順次出力する画像検出器と、

前記ステージと画像検出器との間に配置され、第 2 の方向に延在する複数のスリットを有する第 3 の空間フィルタと、

試料からの透過光及び反射光を前記第 2 及び第 3 の空間フィルタのスリットを経て画像検出器上にそれぞれ結像する対物レンズと、

前記第 1 及び第 2 の画像検出器並びに前記ビーム偏向装置の駆動を制御する駆動制御回路とを具え、

前記第 1 及び第 2 の空間フィルタを、第 1 の空間フィルタの各スリットから射出した光がフォトマスクを経て第 2 の空間フィルタのスリットにそれぞれ入射するように配置し、

前記第 3 の空間フィルタを、前記フォトマスクの表面を走査する複数のサブビームによる反射光が当該第 3 の空間フィルタの各スリットにそれぞれ入射するように配置し、

前記第 1 及び第 2 の画像検出器の電荷転送速度及び前記ステージの移動速度を、前記試料の、 i 番目のサブビームが入射する位置から隣接する $i + 1$ 番目のサブビームが入射する位置まで移動する時間と、前記画像検出器の、空間フィルタの i 番目のスリットを通過した光が入射する受光素子列に蓄積された電荷が隣接する $i + 1$ 番目のスリットを通過した照明光が入射する受光素子列に転送されるまでの時間とが互いに等しくなるように設定したことを特徴とする。この欠陥検出装置により、フォトマスクの欠陥をダイ対ダイ或いはチップ対チップの関係で検出することができる。微細な欠陥を高速で高精度に検出することができる。

【0020】

【発明の実施の形態】

図 1 は本発明による撮像装置及びフォトマスクの欠陥検査装置の一例の構成を示す線図である。本例では、透過型及び反射型の両方を個別に又は同時に行うことができる装置について説明する。例えば、水銀ランプのような第 1 の光源 1 を照明光源として用い、この第 1 の光源 1 の前面に 365 nm の波長光だけを透過する波長フィルタ 2 を配置し、その後段に第 1 の空間フィルタ 3 を配置する。この空間フィルタは、紙面と直交する方向である第 1 の方向に延在する複数のスリットが所定のピッチで形成されている。空間フィルタ 3 の各スリットを通過した照明光は照明レンズ 4 を経て試料ステージ 5 に支持されている試料 6 に互いに平行なラインビームとして入射する。本例では、試料 6 として、透明基板上にクロムの遮光パターンが形成されているフォトマスクとする。試料ステージ 5 は矢印の方向、すなわち空間フィルタ 3 のスリットの延在方向と直交する第 2 の方向に所定の速度で移動する。従って、フォトマスク 6 は複数のライン状の照明光により複数回照明されることになる。

【0021】

フォトマスク 6 を透過した照明光は、対物レンズ 7、第 1 及び第 2 のハーフミラー 8 及び 9 を透過し並びに第 2 空間フィルタ 10 を経て第 1 の画像検出器 11 に入射する。第 2 の空間フィルタ 10 は第 1 の画像検出器 11 の前面に配置され、第 1 の空間フィルタ 3 と同様に紙面と直交する第 1 の方向に延在する複数のス

リットが所定のピッチで形成されている空間フィルタとする。そして、この第2の空間フィルタ10は、第1の空間フィルタ3のスリットを通過しフォトマスクを透過したライン状の各透過光がスリットをそれぞれ通過するように配置する。第1の画像検出器11は第1及び第2の方向に2次元アレイ状に配列された複数の受光素子を有する画像検出器とし、本例では第1の方向に2048個第2の方向に140個の受光素子列が配列され、第2の方向をライン方向と称することにする。従って、画像検出器10は1ラインが2048個の受光素子で形成され、140ラインの受光素子が配列されている。第1の空間フィルタ3、フォトマスク6、第1の画像検出器11は共役な関係に配置する。従って、第1の空間フィルタのスリットの像がフォトマスク6に投影され、フォトマスクの透過像が対物レンズ7を介して第1の画像検出器上に投影されることになる。このように構成することにより、ラインコンフォーカルの共焦点光学系が構成され、解像度を一層高めることができる。尚、画像検出器と空間フィルタとが一体化され、特定のラインの受光素子だけに光が入射するように構成した、所謂TDIラインセンサを用いることもできる。

【0022】

フォトマスク6の反射像を撮像するため、第2の光源12を設け、この第2の光源の前面に365nmの波長光だけを透過する波長フィルタ13を配置し、この波長フィルタの後段に第3の空間フィルタ14を配置する。本例では、第2の光源11は第1の光源と同一の光源で構成する。第3の空間フィルタ14も、第1の空間フィルタ3と同様に、紙面と直交する方向すなわち第1の方向に延在する複数のスリットが所定のピッチで形成されている空間フィルタとする。第2の光源12から発生し第3の空間フィルタ14のスリットを通過したライン状の照明光は第1のハーフミラー8で反射し、対物レンズ7を経てフォトマスク6に入射する。従って、フォトマスク6は、その移動方向と直交する方向に延在する複数のライン状の照明光により複数回走査されることになる。フォトマスク6で反射した光は再び対物レンズ7を通過し、第1のハーフミラー8を透過し、第2のハーフミラー9で反射し、第4の空間フィルタ15を通過して第2の画像検出器16に入射する。これら第4の空間フィルタ15及び第2の画像検出器16は、

それぞれ第 2 の空間フィルタ 1 0 及び第 1 の画像検出器 1 1 と同一の構成とする。第 4 の空間フィルタ 1 5 は、対応する第 3 の空間フィルタ 1 4 のスリットを通過しフォトマスク 6 で反射したライン状の光が各スリットを通過するように配置する。従って、反射像撮像光学系についても共焦点光学系が形成され、迷光の影響が低減された一層解像度の高い画像を撮像することができる。尚、反射用光源である第 2 の光源の前面に配置した第 3 の空間フィルタ 1 4 は、そのスリットを通過しフォトマスク 6 で反射したライン状の反射光が透過光撮像用の第 2 の空間フィルタ 1 0 の各スリット間の遮光部分に入射するように、すなわち第 1 の画像検出器に入射せず第 2 の画像検出器 1 6 にだけ入射するように配置する。このように構成することにより、フォトマスク 5 の透過像と反射像とを個別に撮像することができる。尚、第 1 及び第 2 の画像検出器を互いに同一構造の画像検出器、例えば上述した T D I センサを用いることにより、画像検出器における構造上の差異に起因する不具合を解消することができ、例えば透過像と反射像との間の同期ズレ等の問題が解消される。

【 0 0 2 3 】

尚、映像信号は、第 1 及び第 2 の画像検出器 1 1 及び 1 6 の出力信号を映像信号と用いることができ、或いは画像検出器の出力をスキャンコンバータを介して出力し、その出力信号を映像信号として用いることもできる。また、この撮像装置を用いて欠陥検出を行う場合、第 1 及び第 2 の画像検出器の出力を欠陥検出回路に供給し、欠陥検出回路において信号処理することによりフォトマスクの欠陥を検出することができる。例えば、第 1 の画像検出器 1 0 の出力と第 2 の画像検出器 1 4 の出力を加算器に供給し、加算器の出力を比較回路により閾値と比較することにより、フォトマスクの表面に付着した異物の存在を検出することができる。

【 0 0 2 4 】

尚、第 1 及び第 2 の光源 1 及び 1 2 の前面に透過波長域が互いに相違する波長フィルタをそれぞれ配置し、透過像撮像用の照明光の波長と反射像撮像用の照明光の波長とを互いに相違させることも可能である。この場合、ハーフミラー 9 の代りに、試料からの反射光と透過光とを分離するダイクロイックミラーを用いる

。このように、照明光の波長を互いに相違させることにより、反射像と透過像の分離が容易になる。

【 0 0 2 5 】

尚、第 1 の実施例においては、透過像撮像用及び反射像撮像用に 2 個の水銀ランプを用いたが、光源として 1 個の水銀ランプを用い、この水銀ランプからの光を 2 本の光ファイバを用いて 2 つの光束に分歧し、各光束を透過像撮像用及び反射像撮像用に用いることもできる。この場合、透過と反射との間において、光源の出力強度の変動がキャンセルされる利点がある。

【 0 0 2 6 】

次に、画像検出器とその前面に配置した空間フィルタとの関係について説明する。図 2 は第 1 の画像検出器の受光素子の配列とその前面に配置した第 2 の空間フィルタのスリットの配列との関係を示す線図である。画像検出器は第 1 の方向と対応する方向に沿って 2, 0 4 8 個の受光素子が配列されて 1 ラインを構成し、第 1 の方向と直交する第 2 の方向に 1 4 0 ラインの受光素子が配列されている。空間フィルタのスリット $S_1 \sim S_n$ は、画像検出器の第 1 ライン、第 7 ライン、第 1 3 ライン……上に 6 ライン毎に配列する。従って、画像検出器の第 1 ライン、第 7 ライン、第 1 3 ライン……($6m+1$) …… 番目のラインの受光素子にだけ試料であるフォトマスクからの透過光又は反射光が入射する。従って、 $6m+1$ 番目の受光素子列の受光素子にだけ光が入射し、これら受光素子列間に位置する受光素子は転送されたきた電荷を次段の受光素子列に転送する機能果たすものである。画像検出器には、V 方向 CCD 回路 2 0 及び H 方向 CCD 回路 2 1 を接続する。V 方向 CCD 回路 3 0 の制御により各ラインの受光素子にそれぞれ生じた電荷は 1 ライン毎に次段の受光素子に順次転送し、H 方向 CCD 回路 2 1 の駆動制御により各ラインの受光素子に蓄積された電荷を直列に順次出力する。

【 0 0 2 7 】

本発明では、試料台の移動速度と画像検出器の V 方向（第 2 の方向に対応する方向）の転送速度とを対応させる。すなわち、試料が空間フィルタ 2, 1 2 の i 番目のスリットを通過した後隣接する $i+1$ 番目のスリットに到達するまでの時

間と、受光側の空間フィルタ 9, 13 の i 番目のスリットと対応する受光素子列に蓄積された電荷が隣接する $i + 1$ 番目のスリットに対応する受光素子列に転送されるまでの時間とが一致するように設定する。このように構成することにより、試料はライン状の照明光により複数回走査されたことと等価であり、一方画像検出器の受光素子は電荷蓄積能力を有しているので、各走査によりそれぞれ生じた電荷が順次蓄積されることになる。この結果、光学素子等に起因するノイズが大幅に低減され、 S/N 比の高い高感度の出力信号を出力することができる。しかも、受光素子の電荷蓄積能力を積極的に利用しているので、光学素子に対する吸収率の高い紫外光を用いても高い出力レベルの高感度の出力信号を発生させることができる。

【0028】

図 3 は本発明による撮像装置及びフォトマスクの欠陥検査装置の別の実施例を示す線図である。本例では、反射型の撮像光学系として、光源と空間フィルタとの組合せの代りに、レーザ光源と、回折格子と、ビーム偏向装置との組合せを用いる。尚、図 1 で用いた部材と同一の部材には同一符号を付して説明を省略する。反射型撮像装置の光源として例えば 488 nm の波長の光ビームを発生するアルゴンレーザ 30 を用いる。このアルゴンレーザ 30 から放出されたレーザビームをエキスパンダ 31 により拡大平行光束とし、回折格子 32 により試料の移動方向と対応する方向である第 2 の方向に等間隔で離間した n 本のサブビームを発生させる。このサブビームの本数は、反射光受光用の第 2 の画像検出器 16 の前面に配置した第 2 の空間フィルタ 15 のスリットの数に対応させることが好ましい。これら n 本のサブビームは音響光学素子 33 に入射し、第 1 の方向に所定の偏向周波数で偏向する。この音響光学素子の偏向周波数は、必ずしも画像検出器 16 のライン転送周波数と一致する必要はないが、画像検出器 16 のライン転送周波数の整数倍（等倍を含む）に設定することが好適である。

【0029】

サブビームはレンズ 34、全反射ミラー 35、偏向ビームスプリッタ 36 及び $1/4$ 波長板 37 を経てダイクロイックミラー 38 に入射する。本例では、透過像撮像用として、光源 1 の前面に 365 nm の光を透過する波長フィルタ 2 を配

置しているので、試料からの透過光と反射光とを分離するためにダイクロイックミラー 3 8 を用いる。波長 4 8 8 n m の n 本のサブビームは、ダイクロイックミラー 3 8 で反射し、対物レンズ 7 を介して試料であるフォトマスク 6 にスポット状に集束して入射する。従って、フォトマスク 6 上には、フォトマスクの移動方向である第 2 の方向に沿って所定のピッチで等間隔で離間する複数の光スポットが形成され、試料 5 は、これら光スポットによりフォトマスクの移動方向と直交する第 1 の方向に高速で走査される。従って、フォトマスクの各部位は n 本の光ビームにより n 回走査されることになる。

【 0 0 3 0 】

試料 6 の表面からの反射光は対物レンズ 7 を経て、ダイクロイックミラー 3 8 で反射し、1 / 4 波長板 3 7 通過して偏向ビームスプリッタ 3 6 に入射する。この反射光は 1 / 4 波長板を 2 回透過しているのもので、その偏向面が 9 0 ° 回転している。よって、反射光は偏向ビームスプリッタ 3 6 を透過し、第 2 の空間フィルタ 1 5 に入射する。ここで、反射光学系の光学素子は、試料上に形成される各光スポットからの反射光が空間フィルタ 1 5 の各スリットにそれぞれ入射するように設定する。従って、空間フィルタの各スリットは、第 2 の方向に振動する反射光により走査され、これら反射光はスリットをそれぞれ通過し、背後に配置した第 2 の画像検出器 1 6 の各ラインの受光素子列に入射する。すなわち、第 2 の画像検出器の、空間フィルタ 1 5 の各スリットとそれぞれ対応する各ラインの受光素子列が、音響光学素子 4 3 により偏向されたサブビームにより走査されることになる。

【 0 0 3 1 】

次に、この撮像装置の駆動制御について説明する。駆動制御を行うために同期信号発生回路 4 0 を設け、この同期信号発生回路から送出される駆動信号に基づいて各装置を制御する。同期信号発生回路 4 0 から、モータドライバ 4 1 にステージ送りパルスを供給し、モータドライバ 4 1 からの駆動信号によりステージ駆動モータ 4 2 を駆動し、試料ステージ 5 を第 1 及び第 2 の方向に駆動する。

【 0 0 3 2 】

同期信号発生回路 4 0 から第 1 及び第 2 の画像検出器 1 1 及び 1 6 にラインシ

フトパルスをそれぞれ供給し、例えば40kHzのライン転送速度で1ライン毎に各受光素子列に蓄積された電荷を順次転送し直列に出力する。さらに、同期信号発生回路40から、音響光学素子33の駆動制御を行う音響光学素子制御回路43に40kHzの駆動パルスを供給し、音響光学素子33を画像検出器のライン転送速度と同一の周波数で駆動制御する。従って、n本のサブビームで走査する場合、試料及び各受光素子はn回走査されることになる。

【0033】

本発明においては、試料の移動速度と画像検出器のライン転送速度との間で正確な同期をとる必要がある。このため、本例では、レーザ干渉計のようなステージ位置検出装置44を用いて、試料ステージ4の位置を検出し、その結果を同期信号発生回路40に供給する。同期信号発生回路では、検出された試料ステージの位置に応じて、画像検出器のライン転送速度と試料ステージの移動速度とが対応するように画像検出器用のラインシフトパルスの周波数を修正する。このようなフィードバック系を用いることにより、ステージの移動に僅かな速度誤差が生じてても、画像検出器の転送速度とステージの移動速度とを正確に対応させることができる。

【0034】

尚、図3に示す撮像装置を用いて欠陥検出を行う場合、図1において説明したように、第1及び第2の画像検出器の出力を欠陥検出回路に供給し、加算器を用いてこれら画像検出器の出力信号の和信号を発生させ、この和信号を閾値と比較することにより異物の存在を検出することができる。

【0035】

尚、図3に示す実施例において、反射像を撮像するため、回折格子32を用いず、1本の光ビームを用い走査することもできる。すなわち、反射像又は透過像のいずれか一方については空間フィルタと2次元画像検出器との組合せを用い、他方の像については1本の走査ビームとリニアイメージセンサとの組合せを用いて反射像及び透過像の両方を撮像することもできる。

【0036】

図4は図3に示す撮像装置をフォトマスクの欠陥検査装置に応用した実施例を

示す。本例では、2個の撮像ヘッドを用いてダイトウダイ比較により欠陥を検出する例について説明する。多くのフォトマスクは、同一のダイすなわちチップが複数個形成されているので、同一構成の2個の撮像ヘッドを用いてダイ対ダイ或いはチップ対チップの関係で2個の隣接するマスクパターンを撮像し、その結果を比較することにより、欠陥検出を行うことができる。

【0037】

説明に際し、同一の光学素子について左側及び右側の撮像ヘッドの部材についてはそれぞれL及びRの添字を付することにする。水銀ランプ50から透過像撮像用の照明光を発生し、この照明光を2本の光ファイバ51L及び51Rを用いて2本の光束に分岐する。これら照明光はレンズ52L、52R、365nmの光を透過する波長フィルタ53L、53R、第1の空間フィルタ54L、54R、及びコンデンサレンズ55L、55Rを経てステージ56に載置された試料であるフォトマスク57に複数のライン状ビームとして入射する。

【0038】

フォトマスク57を透過した照明光は対物レンズ58L、58Rにより集光され、ダイクロイックミラー59L、59Rを透過し、第2の空間フィルタ60L、60Rの各スリットを介して第1の画像検出器61L、61Rに入射する。

【0039】

反射像を撮像するため、488nmの光ビームを発生するアルゴンレーザ62を用いる。アルゴンレーザから発生した光をハーフミラー63を用いて2分割し、一方の光ビームは右側の撮像ヘッド用に用い、他方の光ビームは左側の撮像ヘッド用に用いる。ハーフミラー63を透過した光ビームは右側のヘッドのエキスパンダ64Rを経て回折格子65Rに入射し、複数本のサブビームに変換する。これらサブビームは音響光学素子66Rによりフォトマスクの移動方向と直交する方向に高速でスキャンする。これらサブビームは全反射ミラー68Rを経て偏光ビームスプリッタ69Rに入射し、その偏光面で反射し、1/4波長板70Rを透過し、ダイクロイックミラー59Rに入射する。そして、このダイクロイックフィルタミラーで反射し、対物レンズ58Rによりスポット状に集束されてフォトマスク57に入射し、フォトマスクの移動方向に等間隔でn個の光スポット

を形成し、フォトマスクの表面をその移動方向と直交する方向に高速でスキャンする。

【 0 0 4 0 】

フォトマスクで反射したサブビームは、再び対物レンズ 5 8 R を経てダイクロミックミラー 5 9 R で反射し、 $1/4$ 波長板 7 0 R、偏光ビームスプリッタ 6 9 R 及び第 3 の空間フィルタ 7 1 R を経て反射像を撮像する第 2 の画像検出器 7 2 R に入射する。

【 0 0 4 1 】

尚、左側の撮像ヘッドの反射像撮像光学系については、エキスパンダ 6 4 L から第 2 の画像検出器 7 2 L に至る光学系が右側のヘッドと同一の構成であるため、その説明は省略する。

【 0 0 4 2 】

次に、この撮像光学系の駆動制御について説明する。駆動制御を行うために同期信号発生回路 8 0 を設け、この同期信号発生回路から送出される駆動信号に基づいて各駆動装置を制御する。同期信号発生回路 8 0 から、モータドライバ 8 1 にステージ送りパルスを供給し、モータドライバ 8 1 からの駆動信号によりステージ駆動モータ 8 2 を駆動し、ステージ 5 6 を第 1 及び第 2 の方向に駆動する。

【 0 0 4 3 】

同期信号発生回路 8 0 から左側及び右側のヘッドの第 1 及び第 2 の画像検出器 6 1 L, 6 1 R 及び 7 2 L, 7 2 R にラインシフトパルスをそれぞれ供給し、例えば 4 0 k H z のライン転送速度で 1 ライン毎に各受光素子列に蓄積された電荷を順次転送し直列に出力する。さらに、同期信号発生回路 8 0 から、音響光学素子 6 6 L, 6 6 R の駆動制御を行う音響光学素子制御回路に 4 0 k H z の駆動パルスを供給し、音響光学素子 6 6 L, 6 6 R を画像検出器のライン転送速度と同一の周波数で駆動制御する。従って、 n 本のサブビームで走査する場合、試料及び各受光素子は n 回走査されることになる。

【 0 0 4 4 】

さらに、レーザ干渉計のようなステージ位置検出装置 8 3 を用いて、ステージ 5 6 の位置を検出し、その結果を同期信号発生回路 8 0 に供給する。同期信号発

生回路では、検出された試料ステージの位置に応じて、画像検出器のライン転送速度と試料ステージの移動速度とが対応するように画像検出器用のラインシフトパルスの周波数を修正する。

【 0 0 4 5 】

次に、欠陥検査回路について説明する。左側撮像ヘッド及び右側撮像ヘッドの第1及び第2の画像検出器61L, 61R及び72L, 72Rからの出力信号を増幅器84a～84dにより増幅し、それぞれスキャンコンバータ85a～85dに供給する。同期信号発生器80からスキャンコンバータにラインシフトパルスを供給して直列の出力信号に変換してから欠陥検出回路に供給する。左側及び右側のヘッドの第1の画像検出器61L, 61Rから出力されスキャンコンバータ85b, 85cを経た信号を太り細り調整回路86a, 86bにそれぞれ供給して透過像の太さを反射像の太さに整合するように調整した後、加算器87a, 87bに供給する。加算器の他方の入力部には反射像を表すスキャンコンバータ84a, 84dからの出力信号をそれぞれ供給する。そして、透過像の信号と反射像の信号とを加算し、第1及び第2の差動増幅器88a及び88bにそれぞれ供給し、加算器の出力信号を閾値と比較する。フォトマスクの表面に異物が存在しない場合、透過像の出力と反射像の出力との和は常時ほぼ一定値となる。一方、フォトマスクの表面に異物が存在する場合、透過光は異物に遮光されて低出力となり、反射光は異物により散乱され同様に低出力となる。従って、透過像の出力と反射像の出力との和を表す信号を閾値と比較することにより、各ダイ毎にそれぞれ存在する異物の存在を検出することができる。

【 0 0 4 6 】

左側ヘッドの透過像を表すスキャンコンバータ85bからの出力信号と右側ヘッドの透過像を表すスキャンコンバータ85cからの出力信号とを第1の減算器89aに供給し、左側ヘッドの透過光と右側ヘッドの透過光とを比較し、その出力を第3の差動増幅器88cに供給して閾値と比較する。また、左側ヘッドの反射像を表すスキャンコンバータ85aからの出力信号と右側ヘッドの反射像を表すスキャンコンバータ85dからの出力信号とを第2の減算器89bに供給し、左側ヘッドの反射光と右側ヘッドの反射光とを比較し、その出力を第4の差動増

幅器 8 8 d に供給して閾値と比較する。例えば、フォトマスクの一方のダイにクロムの遮光パターンに欠陥が存在する場合例えば存在すべきでない遮光パターンが存在したり存在すべき遮光パターンが存在しない場合、ダイ比較を行うことにより遮光パターンの欠陥を検出することができる。

【0 0 4 7】

尚、上述した実施例では、光源として 1 個の水銀ランプと 1 個のアルゴンレーザを用いたが、1 個の水銀ランプ及び 4 本の光ファイバを用いて照明光を 4 分割することもできる。或いは、4 個の光源を個別に用いることもできる。

【0 0 4 8】

上述した実施例では、レーザ光源からの光ビームを 2 分割し、それぞれ個別の音響光学素子により周期的に偏向しているが、レーザ光源から発生した光ビームを単一の音響光学素子により偏向してから 2 分割することもできる。

【0 0 4 9】

本発明は上述した実施例だけに限定されず、種々の変更や変形が可能である。例えば、上述した実施例には、フォトマスクの欠陥検査に適用する例について説明したが、各種の基板上に形成されたパターンの撮像及び欠陥検査についても適用することができ、例えば半導体デバイスの製造工程中に半導体ウェハの表面に形成されたパターンの撮像装置として或いは半導体ウェハに形成された各種のパターンの欠陥検査装置にも適用することができる。さらに、コンフォーカル光学系は、焦点深度が比較的短いため、基板等の表面の平坦性や基板の反り等の検査にも適用することができ、従ってパターンの形成されていない試料例えばフォトマスクブランクスや半導体ウェハブランクスの欠陥検査にも利用できる。さらに、液晶表示装置の基板の欠陥検査にも利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明による撮像装置及びフォトマスク欠陥検査装置の一例の構成を示す線図である。

【図 2】 画像検出器と空間フィルタとの関係を示す線図である。

【図 3】 本発明による撮像装置及びフォトマスク欠陥検査装置の別の実施例の構成を示す線図である。

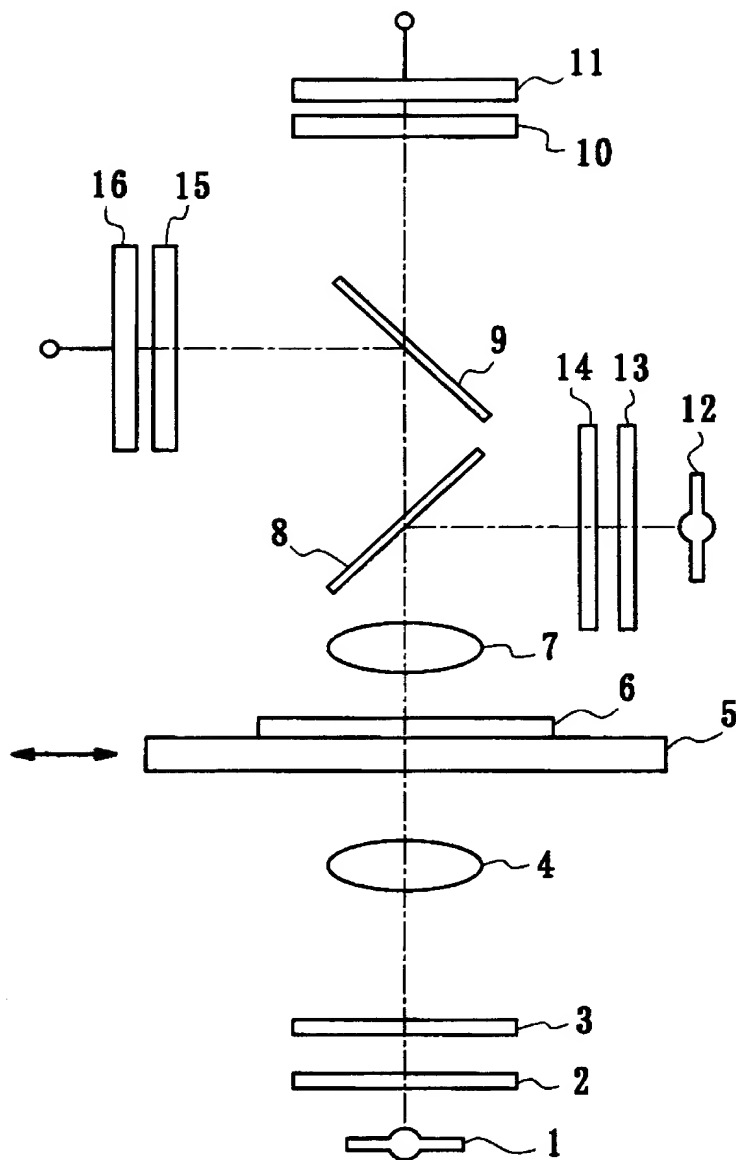
【図 4】 ダイトウダイ方式による本発明のフォトマスク欠陥検査装置の一例の構成を示す線図である。

【符号の説明】

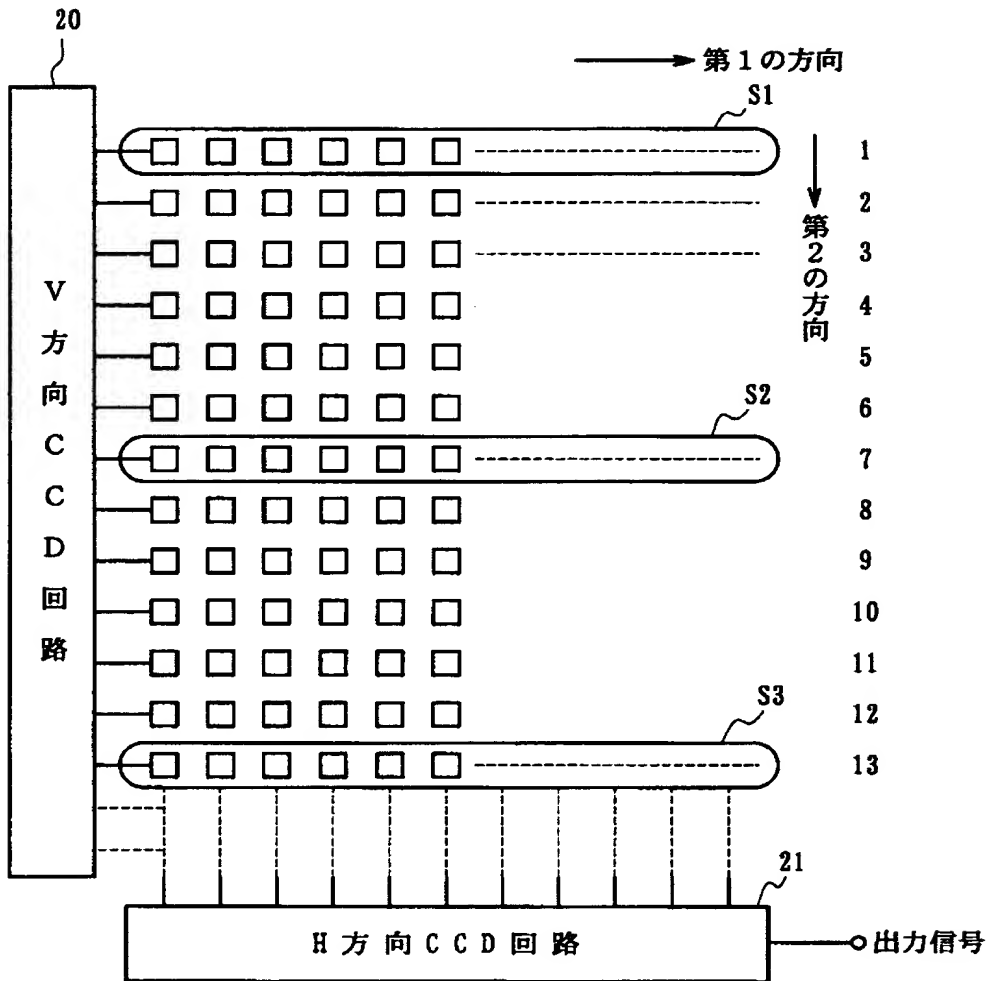
- 1 第 1 の光源
- 2 波長フィルタ
- 3 第 1 の空間フィルタ
- 4 照明レンズ
- 5 試料ステージ
- 6 試料
- 7 対物レンズ
- 8 第 1 のハーフミラー
- 9 第 2 のハーフミラー
- 1 0 第 2 の空間フィルタ
- 1 1 第 1 の画像検出器
- 1 2 第 2 の光源
- 1 3 波長フィルタ
- 1 4 第 3 の空間フィルタ
- 1 5 第 4 の空間フィルタ
- 1 6 第 2 の画像検出器

【書類名】 図面

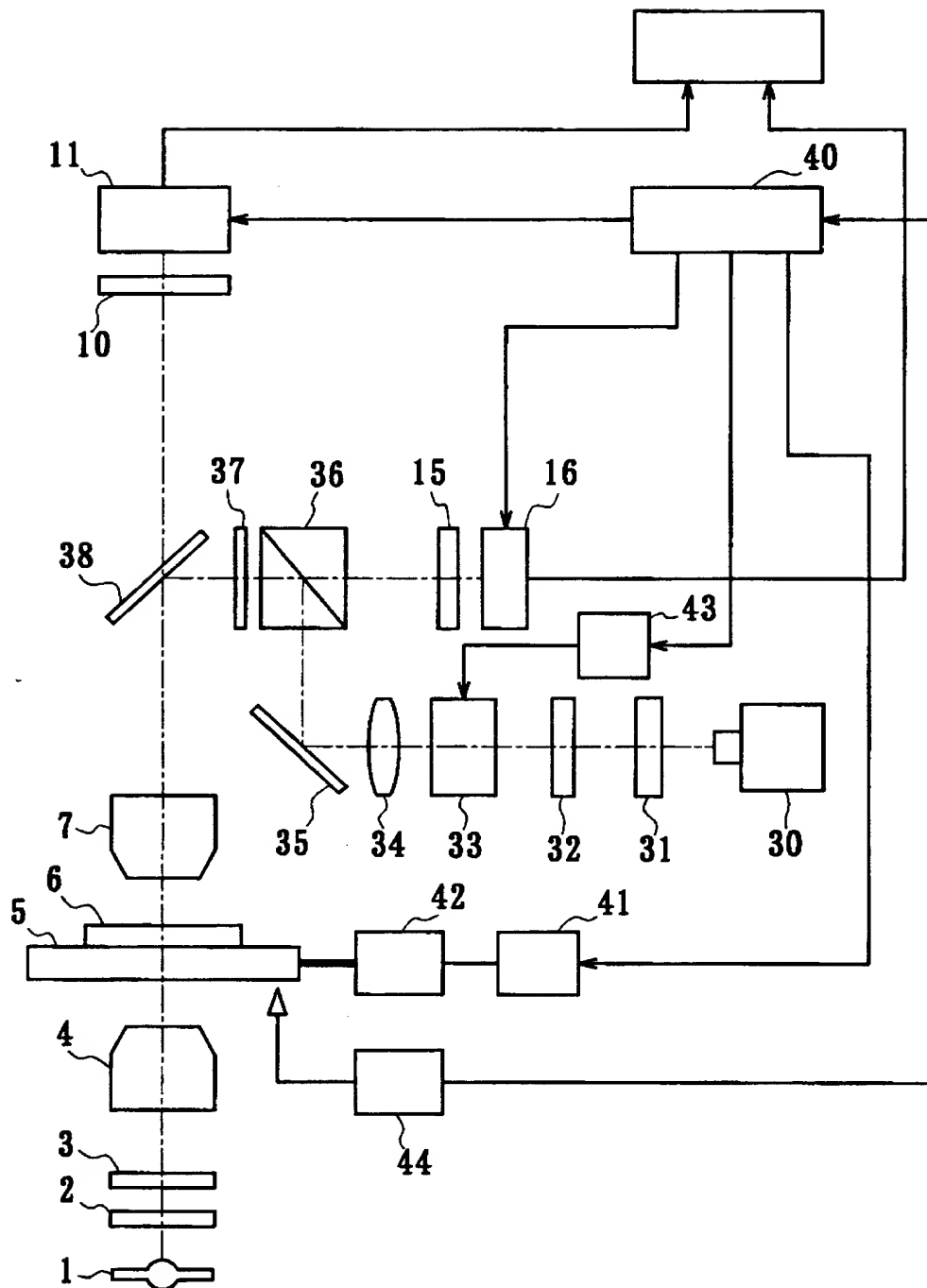
【図 1】



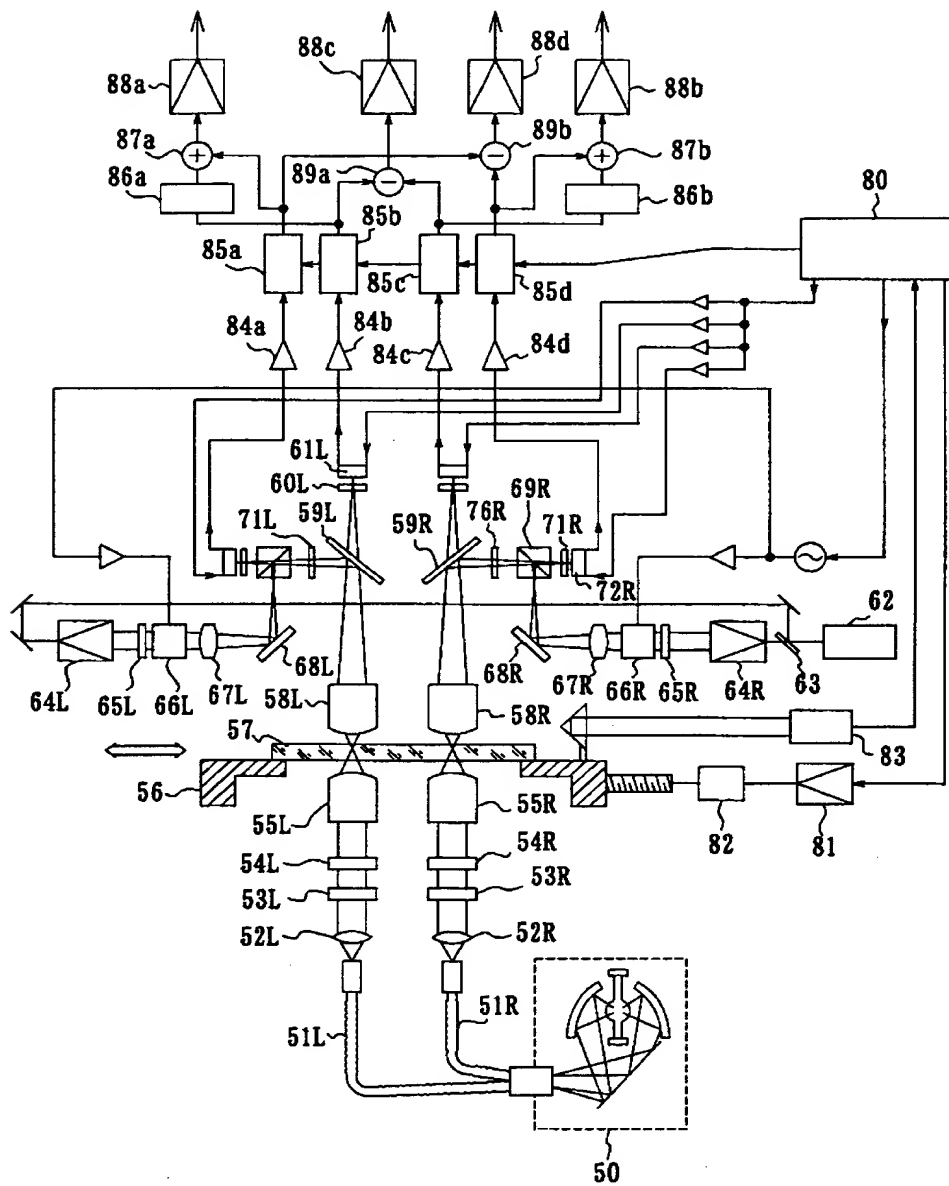
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 一層高い解像度及びS/N比を有する撮像装置及びフォトマスク欠陥検査装置を提供する。

【解決手段】 本発明においては、ラインコンフォーカル光学系を利用することにより、上記目的を達成する。すなわち、光源(1)の前面に試料(6)の移動方向と直交する方向に延在する複数のスリットを有する第1の空間フィルタ(3)を配置し、試料(6)をライン照明する。試料からの透過光又は反射光は第1の空間フィルタ(3)とほぼ同一のスリットを有する第2の空間フィルタ(10, 15)を介して画像検出器(11, 16)により受光する。画像検出器は2次元アレイ状に配列された受光素子を有し、各受光素子に蓄積された電荷を1ライン毎に転送する。本発明では、画像検出器の電荷転送速度と試料の移動速度との間に対応関係を持たせ、試料が複数回照明され、各照明により生じた電荷を蓄積し、積算された電荷を出力する。このように構成することにより、ラインコンフォーカル光学系が構成されると共に、複数回のライン照明により一層大量の電荷が蓄積され、S/N比も格段に向上する。

【選択図】 図3

【書類名】 手続補正書

【提出日】 平成13年 3月15日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【事件の表示】

【出願番号】 特願2000-317587

【補正をする者】

【識別番号】 000115902

【氏名又は名称】 レーザーテック株式会社

【代理人】

【識別番号】 100072051

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉村 興作

【発送番号】 054961

【手続補正 1】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 請求項 4

【補正方法】 変更

【補正の内容】 1

【手続補正 2】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 請求項 5

【補正方法】 変更

【補正の内容】 2

【手続補正 3】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 請求項 7

【補正方法】 変更

【補正の内容】 3

【手続補正 4】

【補正対象書類名】 明細書
【補正対象項目名】 請求項 1 1
【補正方法】 変更
【補正の内容】 5

【手続補正 5】

【補正対象書類名】 明細書
【補正対象項目名】 請求項 1 2
【補正方法】 変更
【補正の内容】 7

【手続補正 6】

【補正対象書類名】 明細書
【補正対象項目名】 0 0 1 8
【補正方法】 変更
【補正の内容】 9

【手続補正 7】

【補正対象書類名】 明細書
【補正対象項目名】 0 0 1 9
【補正方法】 変更
【補正の内容】 11

【請求項 4】 前記第 1 及び第 2 の光源が互いに等しい波長の照明光を発生し、前記第 3 及び第 4 の空間フィルタを、前記試料からの透過光が第 4 の空間フィルタのスリット間の遮光部分に入射し、試料からの反射光が第 3 の空間フィルタのスリット間の遮光部分に入射するように配置したことを特徴とする請求項 3 に記載の撮像装置。

【請求項 5】 前記第 1 の光源から発生する照明光の波長と第 2 の光源から発生する照明光の波長とが互いに相違させ、前記試料と第 3 及び第 4 の空間フィルタとの間に試料からの透過光と反射光とを分離する分離素子を配置したことを特徴とする請求項 3 に記載の撮像装置。

【請求項 7】 撮像すべき試料を第 1 の方向に移動させる試料ステージと、
透過像撮像用の照明光を投射する照明光源と、

照明光源と試料との間に配置され、前記第 1 の方向に沿って所定のピッチで形成され第 1 の方向と直交する第 2 の方向に延在する複数のスリットを有する第 1 の空間フィルタと、

試料からの透過光を受光する画像検出器であって、前記第 1 及び第 2 の方向に沿って 2 次元アレイ状に配列された複数の受光素子を有し、第 2 の方向に配列された 1 ラインの受光素子にそれぞれ蓄積された電荷を所定の転送速度で 1 ライン毎に順次転送し、各受光素子に蓄積された電荷を順次出力する第 1 の画像検出器と、

試料と第 1 の画像検出器との間に配置され、第 1 の方向に沿って所定のピッチで形成され第 2 の方向に延在する複数のスリットを有する第 2 の空間フィルタと

、
反射像撮像用の光ビームを発生する光源と、

この光ビームから n 本のサブビームを発生させる回折格子と、

前記サブビームを所定の周波数で第 1 の方向と直交する第 2 の方向に偏向するビーム偏向装置と、

試料からの反射光を受光する第 2 の画像検出器であって、前記第 1 及び第 2 の方向に沿って 2 次元アレイ状に配列された複数の受光素子を有し、第 2 の方向に配列された各ラインの受光素子に蓄積された電荷を所定のライン転送速度で 1 ライン毎に順次転送し、受光素子に蓄積された電荷を順次出力する第 2 の画像検出器と、

前記試料ステージと第 2 の画像検出器との間に配置され、第 1 の方向に沿って所定のピッチで検出され第 2 の方向に延在する複数のスリットを有する第 3 の空間フィルタと、

試料からの透過光及び反射光をそれぞれ第 2 及び第 3 の空間フィルタの各スリットを経て前記画像検出器上にそれぞれ結像する対物レンズと、

前記第 1 及び第 2 の画像検出器並びに前記ビーム偏向装置の駆動を制御する駆動制御回路とを具え、

前記第 1 及び第 2 の空間フィルタを、第 1 の空間フィルタの各スリットから出射した光が試料、対物レンズ及び第 2 の空間フィルタの各スリットを経て前記画像検出器にそれぞれ入射するように配置し、

前記第 3 の空間フィルタを、前記試料からの反射光が対物レンズ及び当該第 3 の空間フィルタの各スリットを経て画像検出器にそれぞれ入射するように配置し

、
前記試料ステージの移動速度と前記画像検出器の電荷転送速度とを、前記試料の、 i 番目のサブビームが入射する位置から隣接する $i + 1$ 番目のサブビームが入射する位置まで移動する時間と、前記画像検出器の、空間フィルタの i 番目のスリットを通過した光が入射する受光素子列に蓄積された電荷が隣接する $i + 1$ 番目のスリットを通過した照明光が入射する受光素子列に転送されるまでの時間とが互いに等しくなるように設定したことを特徴とする撮像装置。

【請求項 1 1】 欠陥検査すべきフォトマスクを第 1 の方向に移動させるステージと、

フォトマスクに照明光を投射する照明光源と、

照明光源とステージとの間に配置され、前記第 1 の方向に沿って所定のピッチで形成され第 1 の方向と直交する第 2 の方向に延在する複数のスリットを有する第 1 の空間フィルタと、

フォトマスクからの透過光を受光する画像検出器であって、前記第 1 及び第 2 の方向に沿って 2 次元アレイ状に配列された複数の受光素子を有し、第 2 の方向に配列された 1 ラインの受光素子にそれぞれ蓄積された電荷を所定の転送速度で 1 ライン毎に順次転送し、受光素子に蓄積された電荷を順次出力する第 1 の画像検出器と、

前記ステージと画像検出器との間に配置され、第 1 の方向に沿って所定のピッチで形成され第 2 の方向に延在する複数のスリットを有する第 2 の空間フィルタと、

反射像撮像用の光ビームを発生する光源と、

この光ビームから前記第 1 の方向と対応する方向に沿って等間隔で n 本のサブビームを発生させる回折格子と、

前記サブビームを所定の周波数で第 1 の方向と直交する第 2 の方向に周期的に偏向するビーム偏向装置と、

フォトマスクからの反射光を受光する第 2 の画像検出器であって、前記第 1 及び第 2 の方向に沿って 2 次元アレイ状に配列された複数の受光素子を有し、第 2 の方向に配列された各ラインの受光素子に蓄積された電荷を所定のライン転送速度で 1 ライン毎に順次転送し、受光素子に蓄積された電荷を順次出力する第 2 の画像検出器と、

前記ステージと第 2 の画像検出器との間に配置され、第 2 の方向に延在する複数のスリットを有する第 3 の空間フィルタと、

試料からの透過光及び反射光を前記第 2 及び第 3 の空間フィルタのスリットを経て前期第 1 および第 2 の画像検出器上にそれぞれ結像する対物レンズと、

前記第 1 及び第 2 の画像検出器並びに前記ビーム偏向装置の駆動を制御する駆

動制御回路と、

前記第 1 及び第 2 の画像検出器からの出力信号に基づいてフォトマスクの欠陥検出を行う欠陥検出回路とを具え、

前記第 1 及び第 2 の空間フィルタを、第 1 の空間フィルタの各スリットから出射した光がフォトマスクを経て第 2 の空間フィルタのスリットにそれぞれ入射するように配置し、

前記第 3 の空間フィルタを、前記フォトマスクの表面を走査する複数のサブビームによる反射光が当該第 3 の空間フィルタの各スリットにそれぞれ入射するように配置し、

前記第 1 及び第 2 の画像検出器の電荷転送速度及び前記ステージの移動速度を、前記試料の、 i 番目のサブビームが入射する位置から隣接する $i + 1$ 番目のサブビームが入射する位置まで移動する時間と、前記画像検出器の、空間フィルタの i 番目のスリットを通過した光が入射する受光素子列に蓄積された電荷が隣接する $i + 1$ 番目のスリットを通過した照明光が入射する受光素子列に転送されるまでの時間とが互いに等しくなるように設定したことを特徴とするフォトマスクの欠陥検出装置。

【請求項 1 2】 欠陥検査すべきフォトマスクを第 1 の方向に移動させるステージと、フォトマスクの像を撮像する第 1 及び第 2 の撮像装置と、これら第 1 及び第 2 の撮像装置からの出力信号に基づいてフォトマスクに存在する欠陥を検出する欠陥検出回路とを具え、

前記第 1 及び第 2 の撮像装置が、それぞれ、

フォトマスクに照明光を投射する照明光源と、

照明光源とステージとの間に配置され、前記第 1 の方向に沿って所定のピッチで形成され第 1 の方向と直交する第 2 の方向に延在する複数のスリットを有する第 1 の空間フィルタと、

フォトマスクからの透過光を受光する画像検出器であって、前記第 1 及び第 2 の方向に沿って 2 次元アレイ状に配列された複数の受光素子を有し、第 2 の方向に配列された 1 ラインの受光素子にそれぞれ蓄積された電荷を所定の転送速度で 1 ライン毎に順次転送し、受光素子に蓄積された電荷を順次出力する第 1 の画像検出器と、

前記ステージと画像検出器との間に配置され、第 1 の方向に沿って所定のピッチで形成され第 2 の方向に延在する複数のスリットを有する第 2 の空間フィルタと、

反射像撮像用の光ビームを発生する光源と、

この光ビームから前記第 1 の方向と対応する方向に沿って等間隔で n 本のサブビームを発生させる回折格子と、

前記サブビームを所定の周波数で第 1 の方向と直交する第 2 の方向に周期的に偏向するビーム偏向装置と、

フォトマスクからの反射光を受光する第 2 の画像検出器であって、前記第 1 及び第 2 の方向に沿って 2 次元アレイ状に配列された複数の受光素子を有し、第 2 の方向に配列された各ラインの受光素子に蓄積された電荷を所定のライン転送速度で 1 ライン毎に順次転送し、受光素子に蓄積された電荷を順次出力する第 2 の画像検出器と、

前記ステージと前記第 2 の画像検出器との間に配置され、第 2 の方向に延在する複数のスリットを有する第 3 の空間フィルタと、

試料からの透過光及び反射光を前記第 2 及び第 3 の空間フィルタのスリットを経て画像検出器上にそれぞれ結像する対物レンズと、

前記第 1 及び第 2 の画像検出器並びに前記ビーム偏向装置の駆動を制御する駆動制御回路とを具え、

前記第 1 及び第 2 の空間フィルタを、第 1 の空間フィルタの各スリットから出射した光がフォトマスクを経て第 2 の空間フィルタのスリットにそれぞれ入射するように配置し、

前記第 3 の空間フィルタを、前記フォトマスクの表面を走査する複数のサブビームによる反射光が当該第 3 の空間フィルタの各スリットにそれぞれ入射するように配置し、

前記第 1 及び第 2 の画像検出器の電荷転送速度及び前記ステージの移動速度を、前記試料の i 番目のサブビームが入射する位置から隣接する $i + 1$ 番目のサブビームが入射する位置まで移動する時間と、前記各画像検出器の、空間フィルタの i 番目のスリットを通過した光が入射する受光素子列に蓄積された電荷が隣接する $i + 1$ 番目のスリットを通過した照明光が入射する受光素子列に転送されるまでの時間とが互いに等しくなるように設定したことを特徴とするフォトマスクの欠陥検出装置。

【 0 0 1 8 】

さらに、本発明による撮像装置は、撮像すべき試料を第 1 の方向に移動させる試料ステージと、

透過像撮像用の照明光を投射する照明光源と、

照明光源と試料との間に配置され、前記第 1 の方向に沿って所定のピッチで形成され第 1 の方向と直交する第 2 の方向に延在する複数のスリットを有する第 1 の空間フィルタと、

試料からの透過光を受光する画像検出器であって、前記第 1 及び第 2 の方向に沿って 2 次元アレイ状に配列された複数の受光素子を有し、第 2 の方向に配列された 1 ラインの受光素子にそれぞれ蓄積された電荷を所定の転送速度で 1 ライン毎に順次転送し、各受光素子に蓄積された電荷を順次出力する第 1 の画像検出器と、

試料と第 1 の画像検出器との間に配置され、第 1 の方向に沿って所定のピッチで形成され第 2 の方向に延在する複数のスリットを有する第 2 の空間フィルタと

反射像撮像用の光ビームを発生する光源と、

この光ビームから n 本のサブビームを発生させる回折格子と、

前記サブビームを所定の周波数で第 1 の方向と直交する第 2 の方向に周期的に偏向するビーム偏向装置と、

試料からの反射光を受光する第 2 の画像検出器であって、前記第 1 及び第 2 の方向に沿って 2 次元アレイ状に配列された複数の受光素子を有し、第 2 の方向に配列された各ラインの受光素子に蓄積された電荷を所定のライン転送速度で 1 ライン毎に順次転送し、受光素子に蓄積された電荷を順次出力する第 2 の画像検出器と、

前記試料ステージと第 2 の画像検出器との間に配置され、第 1 の方向に沿って所定のピッチで検出され第 2 の方向に延在する複数のスリットを有する第 3 の空間フィルタと、

試料からの透過光及び反射光をそれぞれ第 2 及び第 3 の空間フィルタの各スリットを経て前記画像検出器上にそれぞれ結像する対物レンズと、

前記第 1 及び第 2 の画像検出器並びに前記ビーム偏向装置の駆動を制御する駆動制御回路とを具え、

前記第 1 及び第 2 の空間フィルタを、第 1 の空間フィルタの各スリットから出射した光が試料、対物レンズ及び第 2 の空間フィルタの各スリットを経て前記画像検出器にそれぞれ入射するように配置し、

前記第 3 の空間フィルタを、前記試料からの反射光が対物レンズ及び当該第 3 の空間フィルタの各スリットを経て画像検出器にそれぞれ入射するように配置し、

前記試料ステージの移動速度と前記画像検出器の電荷転送速度とを、前記試料の、 i 番目のサブビームが入射する位置から隣接する $i + 1$ 番目のサブビームが入射する位置まで移動する時間と、前記画像検出器の、空間フィルタの i 番目のスリットを通過した光が入射する受光素子列に蓄積された電荷が隣接する $i + 1$ 番目のスリットを通過した照明光が入射する受光素子列に転送されるまでの時間とが互いに等しくなるように設定したことを特徴とする。この実施例では、反射像撮像光学系及び透過像撮像光学系が共にコンフォーカル光学系で構成されることになり、高い分解能及び高 S/N 比の画像を撮像することができる。

【 0 0 1 9 】

本発明によるフォトマスクの欠陥検出装置は、欠陥検査すべきフォトマスクを第 1 の方向に移動させるステージと、フォトマスクの像を撮像する第 1 及び第 2 の撮像装置と、これら第 1 及び第 2 の撮像装置からの出力信号に基づいてフォトマスクに存在する欠陥を検出する欠陥検出回路とを具え、

前記第 1 及び第 2 の撮像装置が、それぞれ、

フォトマスクに照明光を投射する照明光源と、

照明光源とステージとの間に配置され、前記第 1 の方向に沿って所定のピッチで形成され第 1 の方向と直交する第 2 の方向に延在する複数のスリットを有する第 1 の空間フィルタと、

フォトマスクからの透過光を受光する画像検出器であって、前記第 1 及び第 2 の方向に沿って 2 次元アレイ状に配列された複数の受光素子を有し、第 2 の方向に配列された 1 ラインの受光素子にそれぞれ蓄積された電荷を所定の転送速度で 1 ライン毎に順次転送し、受光素子に蓄積された電荷を順次出力する第 1 の画像検出器と、

前記ステージと画像検出器との間に配置され、第 1 の方向に沿って所定のピッチで形成され第 2 の方向に延在する複数のスリットを有する第 2 の空間フィルタと、

反射像撮像用の光ビームを発生する光源と、

この光ビームから前記第 1 の方向と対応する方向に沿って等間隔で n 本のサブビームを発生させる回折格子と、

前記サブビームを所定の周波数で第 1 の方向と直交する第 2 の方向に周期的に偏向するビーム偏向装置と、

フォトマスクからの反射光を受光する第 2 の画像検出器であって、前記第 1 及び第 2 の方向に沿って 2 次元アレイ状に配列された複数の受光素子を有し、第 2 の方向に配列された各ラインの受光素子に蓄積された電荷を所定のライン転送速度で 1 ライン毎に順次転送し、受光素子に蓄積された電荷を順次出力する第 2 の画像検出器と、

前記ステージと前記第 2 の画像検出器との間に配置され、第 2 の方向に延在す

る複数のスリットを有する第 3 の空間フィルタと、

試料からの透過光及び反射光を前記第 2 及び第 3 の空間フィルタのスリットを経て画像検出器上にそれぞれ結像する対物レンズと、

前記第 1 及び第 2 の画像検出器並びに前記ビーム偏向装置の駆動を制御する駆動制御回路とを具え、

前記第 1 及び第 2 の空間フィルタを、第 1 の空間フィルタの各スリットから射出した光がフォトマスクを経て第 2 の空間フィルタのスリットにそれぞれ入射するように配置し、

前記第 3 の空間フィルタを、前記フォトマスクの表面を走査する複数のサブビームによる反射光が当該第 3 の空間フィルタの各スリットにそれぞれ入射するように配置し、

前記第 1 及び第 2 の画像検出器の電荷転送速度及び前記ステージの移動速度を、前記試料の、 i 番目のサブビームが入射する位置から隣接する $i + 1$ 番目のサブビームが入射する位置まで移動する時間と、前記各画像検出器の、空間フィルタの i 番目のスリットを通過した光が入射する受光素子列に蓄積された電荷が隣接する $i + 1$ 番目のスリットを通過した照明光が入射する受光素子列に転送されるまでの時間とが互いに等しくなるように設定したことを特徴とする。この欠陥検出装置により、フォトマスクの欠陥をダイ対ダイ或いはチップ対チップの関係で検出することができる。微細な欠陥を高速で高精度に検出することができる。

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000115902]

1. 変更年月日 1990年 8月29日
[変更理由] 新規登録
住 所 神奈川県横浜市港北区綱島東4-10-4
氏 名 レーザーテック株式会社